

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

11-196671

(43)Date of publication of application : 27.07.1999

(51)Int.Cl.

A01G 7/00  
H01S 3/00  
H01S 3/18

(21)Application number : 10-002324

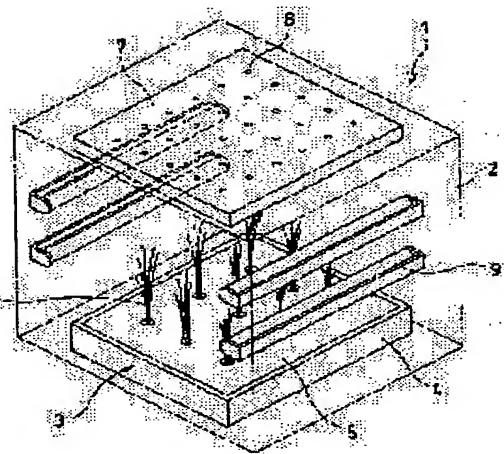
(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 08.01.1998

(72)Inventor : TSUCHIYA KOJI  
YOSHIHARA TOSHIO  
YAMAZAKI FUMI**(54) PLANT CULTURING METHOD****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for culturing a plant, capable of effectively adjusting the growth of the plant.

**SOLUTION:** This method for culturing a plant, adjusting the growth of the plant by irradiating an artificial light to the planted plant on a permanently planting part 5, is provided by using a red light having 670–685 nm wave length and irradiated from a laser panel 7 having plural semiconductor lasers 8 and a blue light having 400–500 nm wave length and irradiated from a blue fluorescent lump and irradiating the artificial light to the plant 6 while keeping the light intensity of the red light at 250–500  $\mu$  mol/m<sup>2</sup>/s.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

**BEST AVAILABLE COPY**

[decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
 A 01 G 7/00  
 H 01 S 3/00  
 3/18

識別記号  
 6 0 1

F I  
 A 01 G 7/00 6 0 1 C  
 H 01 S 3/00 Z  
 3/18

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全5頁)

(21)出願番号 特願平10-2324  
 (22)出願日 平成10年(1998)1月8日

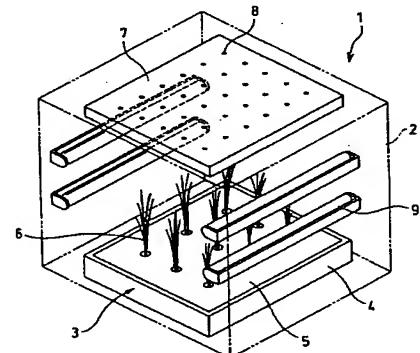
(71)出願人 000236436  
 浜松ホトニクス株式会社  
 静岡県浜松市市野町1126番地の1  
 土屋 広司  
 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
 トニクス株式会社内  
 (72)発明者 菅原 敏夫  
 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
 トニクス株式会社内  
 (72)発明者 山崎 文  
 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
 トニクス株式会社内  
 (74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外4名)

(54)【発明の名称】植物栽培方法

(57)【要約】

【課題】 本発明は、植物の生育を効果的に調整可能な植物栽培方法の提供を目的とする。

【解決手段】 定植部5に植え付けた植物6に人工光を照射して植物の生育を調整する植物栽培方法であり、人工光として、複数の半導体レーザ8を有するレーザパネル7から照射される波長670～685nmの赤色光と、青色蛍光燈9から照射される波長400～500nmの青色光とを用い、定植部5の表面における赤色光の光強度を250～500μmol/m<sup>2</sup>/sに保ちながら人工光を植物6に照射することを特徴とする。



PP03-0012-00WA HP
03.6.2.
SEARCH REPORT

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 定植部に植え付けた植物に人工光を照射して前記植物の生育を調整する植物栽培方法において、前記人工光として、波長670～685nmの赤色光と波長400～500nmの青色光とを用い、前記定植部の表面における前記赤色光の光強度（光合成有効光量子束密度）を250～500μmol/m<sup>2</sup>/sに保ちながら前記人工光を前記植物に照射する植物栽培方法。

【請求項2】 前記赤色光の光源として、半導体レーザを用いることを特徴とする請求項1記載の植物栽培方法。

【請求項3】 前記定植部の前記表面における前記赤色光の光強度を300～400μmol/m<sup>2</sup>/sに保ちながら前記人工光を前記植物に照射する請求項1又は2記載の植物栽培方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は植物栽培方法に関する、特に、農作物や園芸作物に適用する植物栽培方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、このような分野の技術としては、特開平8-242694号公報によって開示されたもののが知られている。この公報に記載された従来の植物栽培方法は、発光ダイオード等の光半導体を光源として、平均照度300～5000lx（約5.4～9.0μmol/m<sup>2</sup>/s）の範囲で植物に光を照射するものである。また、同公報には、照射する光として、波長600～750nmの赤色光と波長400～500nmの青色光を併用する植物栽培方法が記載されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の植物栽培方法には、次のような課題が存在していた。すなわち、花や果実を収穫することを目的として栽培する、例えば、イネ等の農作物、園芸作物の生育には、多くの光量が必要とされ、照射する光量（平均照度）が300～5000lxでは実際のところ不十分である。また、発光ダイオードを光源とした場合、多くの光量を確保することが困難である。更に、発光ダイオードの発光スペクトルは広いことから、光合成効率を高めるべく波長700nm以上の遠赤色光領域の光を含まないようになると、発光の中心波長は660nm付近に設定せざるを得ないが、この波長660nm付近の赤色光を植物に照射しても、光合成は十分に促進されない。このように、従来の植物栽培方法では、植物の生育を効果的に調整することが困難であった。

【0004】 そこで、本発明は、植物の生育を効果的に調整可能な植物栽培方法の提供を目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 請求項1記載の本発明に

係る植物栽培方法は、定植部に植え付けた植物に人工光を照射して植物の生育を調整する植物栽培方法において、人工光として、波長670～685nmの赤色光と波長400～500nmの青色光とを用い、定植部の表面における赤色光の光強度（光合成有効光量子束密度）を250～500μmol/m<sup>2</sup>/sに保ちながら人工光を植物に照射することを特徴とする。

【0006】 本発明者らは、花や果実を収穫することを目的として栽培する農作物、園芸作物の生育調整を低コストで効果的に実現可能な植物栽培方法について鋭意研究を進めた結果、波長670～685nmの赤色光と波長400～500nmの青色光とを用い、定植部の表面における赤色光の光強度（光合成有効光量子束密度：PPFD）を250～500μmol/m<sup>2</sup>/sに保ちながら人工光を植物に照射すると実用上極めて良好な結果が得られることを見出した。すなわち、この植物栽培方法は、波長670～685nmの赤色光を照射することにより、植物の光合成を極めて効果的に促進させるものである。また、植物の生育促進等に必要とされる光量を、定植部の表面における赤色光の光合成有効光量子束密度を250～500μmol/m<sup>2</sup>/sに保つことにより確保するものである。

【0007】 この植物栽培方法によれば、花や果実を収穫することを目的として栽培する農作物、園芸作物の生育促進、栽培期間の短縮、単位面積当たりの収量増大等が低コストで効果的に実現可能となる。従って、この植物栽培方法は、砂漠等の劣悪な環境下や、狭い土地での植物栽培、高温／低温期での植物栽培、更には、近時その重要性がますます指摘されるに至っている植物工場、とりわけ、完全制御型の植物工場等に応用することが期待されるものである。

【0008】 この場合、赤色光の光源としては、半導体レーザを用いると好ましい。これより、レーザ光が有する単色性という特性から、光合成を最も効率よく促進させる波長670～685nmの赤色光を容易に照射させることが可能となる。また、植物に照射する光の光源として、高圧ナトリウムランプを採用した場合と比較すると、光源の駆動及び、ランプ放熱を除去するための冷房施設等に必要とされる電力が不要となることから、植物栽培に要する電力コストを大幅に低減することができる。

【0009】 また、定植部の表面における赤色光の光強度（光合成有効光量子束密度）を300～400μmol/m<sup>2</sup>/sに保ちながら人工光を植物に照射すると好ましい。このような方法は、様々な農作物の中でも、とりわけ、イネの栽培促進に有効であり、イネの植え付けから収穫までの期間をおよそ3ヶ月とすることを可能とするものである。従って、この植物栽培方法を応用することより、年間5回のイネの収穫を可能とする植物工場の実現も期待できる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面と共に本発明による植物栽培方法の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0011】図1は、本発明による植物栽培方法を用いるための植物栽培装置を示す斜視図である。同図に示す植物栽培装置1は、イネを栽培するためのものとして構成された人工光を利用する完全制御形の植物栽培装置である。植物栽培装置1は、略立方体形状を有する人工気象箱2を備え、この人工気象箱2には、図示しない環境制御装置が接続されている。この環境制御装置を操作することにより、人工気象箱2の内部における温度、湿度等を任意に設定することができる。また、人工気象箱2の内部には、イネを定植させるための水耕装置3が配置されている。水耕装置3は、培養液を満たした栽培槽4と、栽培槽4の上に浮かべられた発泡スチロール製の定植板5等を有する。イネ6の苗は、この定植板5に植え付けられる。

【0012】また、人工気象箱2の上壁内面には、レーザパネル7が配置されている。このレーザパネル7には、複数(例えば30個)のAlGaInP系半導体レーザ8が互いに所定間隔を隔ててマトリクス状に配設されている。各半導体レーザ8は、直径およそ10mm程度の円筒形状を呈すると共に、CW点灯で300mW以上の出力をもち、波長670~685nmの赤色光(人工光)を、上方からレーザパネル8と対向する水耕装置3に対して照射することができる。このように赤色光の光源として半導体レーザを用いることにより、レーザ光が有する単色性という特性から、光合成を最も効率よく促進させる波長670~685nmの赤色光を容易に照射させることが可能となる。また、イネに照射する光源として、例えば、高圧ナトリウムランプを採用した場合と比較すると、電力に対する光量の変換効率が高く、発熱量が少ないとから、光源の駆動及び、ランプ放熱を除去するための冷房施設等に必要とされる電力が不要となり、植物栽培に要する電力コストを大幅に低減することができる。なお、レーザパネル7に配設された各半導体レーザ8は、図示しないレーザ駆動装置によって駆動される。

【0013】更に、人工気象箱2の互いに対向し合う1組の側壁の内面には、補助光源として青色光を発する青色蛍光燈9が配置されている。各側壁に対しては、互いに平行な2個の青色蛍光燈9が設けられており、各青色蛍光燈9は、定植板5に植え付けられたイネ6に対して、側方から400~500nmの青色光(人工光)を照射することができる。

【0014】この植物栽培装置1を用いて、植物、すなわち、イネ6を栽培する場合は、イネ6に照射する光として、波長670~685nmの赤色光と波長400~500nmの青色光とを用い、定植板5の表面における赤色光の光強度、すなわち、光合成有効光量子束密度

(PPFD)を250~500μmol/m<sup>2</sup>/s、より好みしくは、300~400μmol/m<sup>2</sup>/sに保ちながら人工光をイネ6に照射する。これにより、イネ6の光合成が極めて効果的に促進させられると共に、イネ6の生育促進等に必要とされる光量が十分に確保されるので、イネ6の生育促進、栽培期間の短縮等が低成本で効果的に実現可能となる。

【0015】次に、この植物栽培装置1を用いて行った実験及びその結果について説明する。この実験では、栽培する植物として、イネ(品種:キタイプキ)を採用した。ここで、イネの生長の程度は、完全に開いた状態の葉の数(以下「葉齢」という)で表すこととし、2番目に芽生えた葉が完全に開いた状態を2葉展開と、3番目に芽生えた葉が完全に開いた状態を3葉展開といったように表すこととする。実験に先立っては、イネの苗を、ウレタン製の苗床に播種した後、約10日間経過させ、3番目に芽生えた葉が5割程度に開いた状態になるまで生育させた(このような状態を「2.5葉展開」というものとする)。そして、この2.5葉展開の状態になつたイネの苗を、上述した植物栽培装置1に含まれる水耕装置3の定植板5に植え付けた。

【0016】実験に際しては、人工気象箱2の内部の環境を、気温25℃、湿度70%に設定した。このような条件下で、定植板5の表面における赤色光の光強度(光合成有効光量子束密度)を350μmol/m<sup>2</sup>/sに保ちながら、イネに対してレーザパネル7に配設された半導体レーザ8から680nmの赤色光を照射すると共に、青色蛍光燈9から水銀の輝線スペクトル405nm及び436nmを含む400~500nmの青色光を照射した。また、青色光の赤色光に対する割合は、光強度で約5%となるように設定し、日長時間は12時間とした。そして、およそ3ヶ月(11週間)にわって、毎週、葉齢、草丈、稈数(イネ科植物の茎の数をいう)、穂数を調査した。更に、対照区として、植物栽培装置1のレーザパネル7を高圧ナトリウムランプに置き換えた植物栽培装置(以下「高圧ナトリウム区」という)を用意し、植物栽培装置1と同様の条件下で、葉齢、草丈、稈数、穂数について調査を行った。この実験の結果を、図2~5に掲げる図表に示す。

【0017】図2は、680nmの赤色光に5%の割合で青色光を加えた人工光を用いた植物装置1(以下「赤LD+青色光区」という)と、高圧ナトリウム区との間におけるイネの草丈を比較する図表であり、縦軸に草丈をとり、横軸に、定植板5にイネを定植させた後の週数(以下「定植後週数」という)をとったものである。同図に示すとおり、定植後6週間までは、草丈は定植後週数にはほぼ比例して増加しているが、その後は、ほぼ一定となり、両者の間に草丈についての大きな差は見られない。

【0018】一方、葉齢について比較すれば、高圧ナト

リウム区では、図3に示すように、定植後8週間目までは、イネの葉齢が増加し、定植後8週間に葉齢が11葉展開となった段階、すなわち、11番目に芽生えた葉が完全に開いた段階で葉齢の増加が止まっており、この段階で、止め葉（最上位の葉をいう、この止め葉が出現した後に、穂が出現する）が出現したことがわかる。これに対して、赤LD+青色光区では、定植後6週間に葉齢が10葉展開となった段階で葉齢の増加が止まっており、この段階で、止め葉が出現している。この結果から、赤LD+青色光区にてイネを栽培すれば、止め葉の出現が高圧ナトリウム区にてイネを栽培する場合よりも2週間程度早まることがわかる。すなわち、赤LD+青色光区にてイネを栽培すれば、イネの苗の植え付けから収穫までに要する期間を高圧ナトリウム区にてイネを栽培する場合よりも2週間程度短縮できる。

【0019】また、図4に、赤LD+青色光区にて栽培したイネの稈数及び穂数を、図5に高圧ナトリウム区にて栽培したイネの稈数及び穂数を示す。これらの図表に示すように、稈数については、赤LD+青色光区にて栽培したイネは（図4参照）、定植後4週目に稈数4となり、その後、稈数の増加は見られないことから、高圧ナトリウム区にて栽培したイネ（図5参照）と比べて稈数が少ない。しかしながら、赤LD+青色光区にて栽培したイネは、定植後6週目に、最初の穂が出現すると共に、定植後8週目には、ほとんどすべての稈に穂が形成されている。また、それぞれの穂の生育状態も良好であった。

【0020】これに対して、高圧ナトリウム区で栽培したイネは、定植後8週目によく最初の穂が出現し、穂の形成期間は、定植後11週目に至るまでの3週間にわたっている。また、この場合、定植後11週間目を過ぎても、穂が形成された稈は、すべての稈のうちの半分程度に過ぎない。従って、赤LD+青色光区にてイネを栽培すれば、高圧ナトリウム区にてイネを栽培する場合と比較して、イネの葉数、稈数等は少なくなるものの、穂が早期かつ良好な生育状態で形成されると共に、稈に対する穂の形成率が高くなることがわかる。従って、赤LD+青色光区では、早期かつ効率よくイネを栽培、収穫することが可能となる。

【0021】このように、図2～5に示した実験結果より、680nmの赤色光に、5%の割合で青色光を加えた人工光を、定植板5の表面における赤色光の光強度

（光合成有効光量子束密度）を300～400μmol/m<sup>2</sup>/s、とりわけ350μmol/m<sup>2</sup>/sに保つようにイネに照射することは、イネの栽培促進に極めて効果的であり、イネの植え付けから収穫までの期間をおよそ3ヶ月とすることが可能となることがわかる。従って、この植物栽培方法を応用して、5～6葉展開の状態となつたイネの苗を用いれば、年間5回のイネの収穫も可能である。

【0022】上述したように、この植物栽培方法によれば、花や果実を収穫することを目的として栽培する農作物、園芸作物の生育促進、栽培期間の短縮、単位面積当たりの収量増大等が低コストで効果的に実現可能となる。従って、この植物栽培方法は、砂漠等の劣悪な環境下や、狭い土地での植物栽培、高温／低温期での植物栽培、更には、近時その重要性がますます指摘されるに至っている植物工場、とりわけ、完全制御型の植物工場等に応用することが期待されるものである。

### 【0023】

【発明の効果】本発明による植物栽培方法は、以上説明した手順に従って植物を栽培することにより、次のような効果を得る。すなわち、定植部に植え付けた植物に照射する人工光として、波長670～685nmの赤色光と波長400～500nmの青色光とを用い、定植部の表面における赤色光の光強度（光合成有効光量子束密度）を250～500μmol/m<sup>2</sup>/sに保ちながら人工光を植物に照射することにより、植物の生育を効果的に調整可能な植物栽培方法の提供が可能となる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による植物栽培方法を用いる植物栽培装置の一例を示す斜視図である。

【図2】図1の植物栽培装置を用いて行った実験の結果を示す図表である。

【図3】図1の植物栽培装置を用いて行った実験の結果を示す図表である。

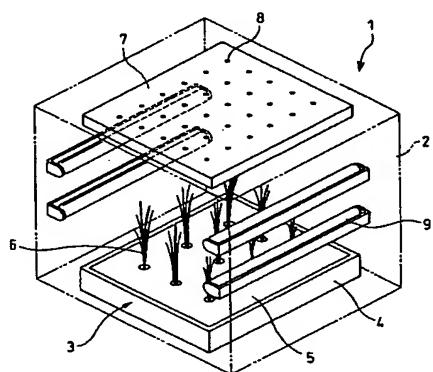
【図4】図1の植物栽培装置を用いて行った実験の結果を示す図表である。

【図5】図1の植物栽培装置を用いて行った実験の結果を示す図表である。

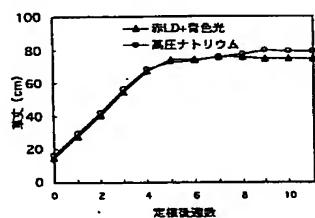
### 【符号の説明】

40 1…植物栽培装置、2…人工気象箱、3…水耕装置、4…栽培槽、5…定植板（定植部）、6…イネ、7…レーザパネル、8…半導体レーザ、9…青色蛍光燈。

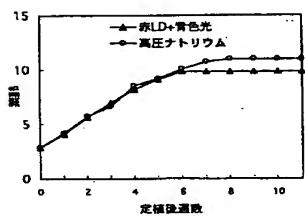
【図1】



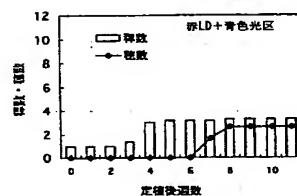
【図2】



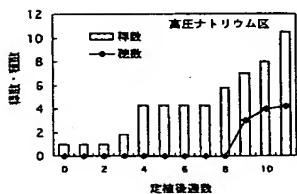
【図3】



【図4】



【図5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**